

УДК 624.075

*П.С. Білокуров, аспірант
Національний авіаційний університет, м.Київ*

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ, ЩО ПОСИЛЕНА ЗОВНІШНІМ СТАЛЕВИМ АРМУВАННЯМ

Запропоновано методику розрахунку та формування комп'ютерної моделі сталезалізобетонної балки, що посилена зовнішнім сталевим армуванням, використовуючи сучасний програмний комплекс ЛІРА САПР.

Ключові слова: *стале залізобетонна балка, підсилення, міцність, сталеве зовнішнє армування, клейове з'єднання, комп'ютерне моделювання.*

УДК 624.075

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ, УСИЛЕННОЙ НАРУЖНЫМ СТАЛЬНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

*Белокуров П.С., аспирант
Национальный авиационный университет, г. Киев*

Предложена методика расчета и формирования компьютерной модели сталежелезобетонной балки, усиленной наружным стальным армированием, с помощью современного программного комплекса ЛІРА САПР.

Ключевые слова: *Сталежелезобетонная балка, усиление, прочность, стальное наружное армирование, клеевое соединение, компьютерное моделирование.*

UDC 624.075

COMPUTER MODELLING OF COMPOSITE STEEL BEAM, STRENGTHENED BY EXTERNAL STEEL REINFORCEMENT

*P.S. Bilokurov, advanced student
National Aviation University, Kyiv*

There was proposed the procedure of composite steel beam calculation and creation of computer model, strengthened by external steel reinforcement, using modern software package.

Keywords: *Composite steel beam, strengthening, strength, external steel reinforcement, adhesive bonding, computer modeling.*

Вступ. Будівельні конструкції будівель та споруд в процесі їх експлуатації пошкоджуються, в результаті корозії арматури та руйнування бетону, що призводить до зменшення їх несучої здатності.

Найбільш популярним та ефективним способом підсилення конструкцій є збільшення поперечного перерізу конструкцій, за рахунок приєднання додаткових нових елементів, застосування затяжок та шпренгелів, що утворюють попереднє напруження конструкції, влаштування дублюючих елементів та розвантаження конструкцій.

Але в умовах діючого виробництва – використання даних способів підсилення обмежене із-за великої маси конструкцій підсилення та трудомісткості монтажу.

Для підсилення та відновлення експлуатаційної придатності будівельних конструкцій, на практиці, широко застосовується метод підсилення за допомогою зовнішнього армування, що є досить ефективним при реконструкції, в умовах діючого виробництва.

На сьогоднішній день, розробка розрахункових положень для посилення сталевих залізобетонних конструкцій, шляхом нарощування поперечного перерізу зовнішнім сталевим армуванням, існуючими інженерними методами недостатня і потребує широких експериментальних та теоретичних досліджень.

Використання сучасних програмних комплексів, надають користувачам практично необмежені можливості для розрахунку та проектування будівельних конструкцій, але також спостерігається тенденція не тільки традиційно визначати напружено-деформований стан, що відповідає окремій схемі, але й використовувати комп'ютерне моделювання процесів, пов'язаних з різними стадіями життєвого циклу споруди [1].

У статті запропоновано методику розрахунку та побудови комп'ютерної моделі сталевих залізобетонних балок, посилену зовнішнім сталевим армуванням, використовуючи сучасний програмний комплекс ЛІРА САПР.

Огляд останніх джерел і публікацій. Дослідженням будівельних конструкцій пр. реконструкцій, їх способів підсилення та розрахунків проаналізовано в роботах багатьох вчених, таких як: Питання з вивчення причин та способів підсилення будівельних конструкцій були проаналізовані в роботах багатьох вчених: Д.Н. Лазовського [2], А.Б. Голишева [3], А.Я. Барашикова, В.Т. Гроздова [4], Н.М. Онуфрієва та інших.

Дослідженнями, щодо підсилення будівельних конструкцій, що посилені зовнішнім сталевим армуванням, займалося и займається багато закордонних вчених: присвячені роботи таких закордонних вчених як: R. Jones [5], R.N. Swamny, C.F. Irwin [6], G.C. Mays, L.C. Hollaway, R.D. Raithby [7].

Постановка завдання. У роботі вирішуються такі питання:

- актуальність проблеми підсилення будівельних конструкцій в умовах реконструкції;
- аналіз особливостей роботи сталезалізобетонної балки та методів її розрахунку;
- розробка та розрахунків просторової розрахункової схеми стале залізобетонної балки, посиленої зовнішнім сталевим армуванням, яка б найбільш адекватно відображала напружено-деформований стан конструкції в програмному комплексі ЛІРА САПР;
- виконання порівняльного аналізу результатів розрахунку, запропонованої комп'ютерної моделі сталезалізобетонної балки до та після підсилення.

Основний матеріал та результати. Реконструкція будівель передбачає надання будинкам та спорудам нових функціональних та естетичних якостей відповідно до зміни потреб суспільства. Прийняття рішення про реконструкцію будівлі визначається економічною доцільністю її здійснення та вимогами збереження архітектурних якостей будівлі. Для забезпечення подальшої нормальної експлуатації будівлі потрібно виконати її реконструкцію із заміною чи підсиленням існуючих конструкцій.

Необхідність підсилення та відновлення конструкцій будівель та споруд визначається такими основними чинниками:

- реконструкцією або модернізацією обладнання промислового підприємства, зміною функціонального призначення окремих приміщень, цілих приміщень та споруд;
- фізичним зношенням конструкцій внаслідок інтенсивної або довготривалої експлуатації;
- помилка у проектуванні;
- різними ушкодженнями конструкцій внаслідок порушень правил експлуатації;

У процесі реконструкції часто потрібна зміна встановленої у проекті схеми роботи або геометричних розмірів конструкцій. Заміна застарілого обладнання на підприємстві або змінення функціонального призначення приміщень, спричиняє збільшення навантаження, які діють на конструкції. Усе це вимагає ретельного вивчення ситуації для розробки раціонального та ефективного варіанту підсилення [8].

На практиці, в процесі реконструкції, найчастіше виникає необхідність підсилення конструкцій, що працюють на згин (балка, плита).

Основним методом розрахунку сталевих залізобетонних конструкцій є метод перерізів (нормальних, похилих, просторових) з урахуванням реальних властивостей матеріалів [9].

Також широко застосовується при розрахунку сталевих залізобетонних конструкцій числовий метод, який ґрунтується на методі скінченних елементів.

В якості експериментальної моделі приймаємо сталеву залізобетонну балку, прямокутного перерізу.

Для розрахунку міцності зусиль у перерізі нормальної та поперечної осі елемента прийнято:

- плоский переріз до прикладання навантаження залишається таким самим і після його прикладання (гіпотеза плоских перерізів);

- напруження в гнучкій арматурі приймаються рівними розрахунковим опорам R_s та R_{sc} з введенням відповідних коефіцієнтів умов роботи;

- опір бетону розтягнутої зони приймається рівним нулю;

- опір бетону стиску визначається напруженнями, рівними R_b і рівномірно розподіленими по стиснутій зоні бетону;

- розглядати напруги в сталевій пластині рівномірно розподіленими по висоті і рівними розрахунковому опору сталі R_n з введенням для пластини коефіцієнту умов роботи $\gamma_n = 0.8$;

- зсув по поверхні між бетоном і сталеву пластину виключається (таке припущення є обґрунтованим для адгезивних матеріалів при товщині шару склеювання від 1.0 до 1.5мм., які деформуються в'язко-пружно, а деформації зсувної повзучості і усадки є незначними;

Для реалізації даного розрахунку був використаний сучасний програмний комплекс ЛПА САПР, за допомогою якого реалізований розрахунок сталі залізобетонної балки, що посилена зовнішнім сталевим армуванням.

1-й варіант. Розрахунок сталі залізобетонної балки, з заданими параметрами, без підсилення.

2-й варіант. Розрахунок сталі залізобетонної балки, що посилена зовнішнім сталевим армуванням (пластиною), закріпленою до розтягнутої зони балки за допомогою епоксидного клею Sikadur-30. Бетон балки приймаємо класу C25/30.

Сталева пластина, що виконує роль підсилення, прийнята зі сталі марки 09Г2С товщиною 4мм.

Геометрична схема підсиленої сталезалізобетонної балки представлена на рис.1.

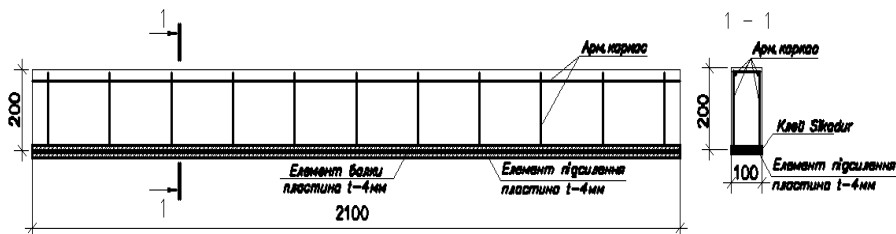


Рис.1. Геометрична схема підсиленої сталезалізобетонної балки

Для побудови розрахункової моделі сталезалізобетонної балки в ПК Ліра САПР використовуємо такі скінчені елементи:

- для моделювання зв'язку між вузлами пластин підсилення та пластиною балки приймаємо елемент – 10й тип СЕ;
- для сталевих пластин підсилення призначаємо тип «пластина» - 41й тип СЕ;

Навантаження в розрахунковій схемі було прийняте рівномірно розподілене по всій довжині балки, що дорівнює 50 кН/м^2 .

Розрахункова схема підсиленої сталезалізобетонної балки представлена на рис.2.

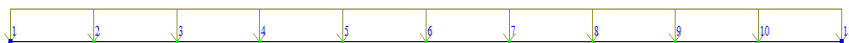


Рис.2. Розрахункова схема підсиленої сталезалізобетонної балки

Епюра M_y
Единиці вимірювання - т*м

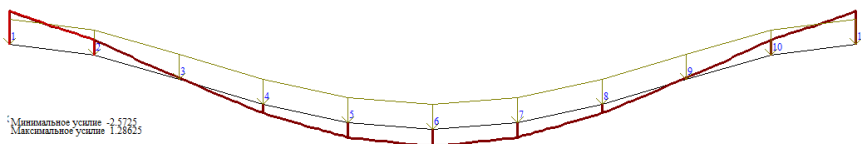


Рис.3. Епюра M_y в сталезалізобетонній балці до підсилення

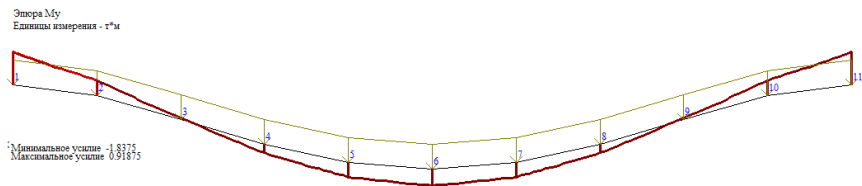


Рис.4. Епюра M_y в сталезалізобетонній балці після підсилення зовнішньою сталевую пластиною

Висновки. Аналіз напружено-деформованого стану сталезалізобетонної балки показав, що для розробки комп'ютерної моделі та її адекватного розрахунку доцільно використовувати багатофункціональний програмний комплекс ЛІРА САПР. Згідно результатів комп'ютерного моделювання та отриманих розрахунків було встановлено, що в сталезалізобетонній балці, підсиленій в розтягнутій зоні сталевую пластиною, максимальні напруження зменшились у порівнянні з початковим напруженим станом непідсиленої балки.

Література

1. А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров.- К.: издательство << Факт>>, 2005/ -бст.
2. Лазовский Д. Н.. Проектирование реконструкции зданий и сооружений: учеб.-метод. комплекс/ Д.Н. Лазовский // Оценка состояния и усиление строительных конструкций.- Новополюк: ПГУ, 2008.- Вып. 3, Ч. 2.- с. 24.
3. Усиление несущих железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований / А.Б.Голышев, П.И. Кривошеев, П.М. Козелецкий и др. – К.: Логос, 2004.- 219с.
4. В.Т. Гроздов. Усиление строительных конструкций при реставрации зданий и сооружений. – СПб, 2005,-114с.
5. Jones R, Swamy R N and Salman F A R (1985) 'Structural implications of repairing by epoxy-bonded steel plates', Proc 2nd International Conference on Structural Faults and Repair, London, April/May 1985.- pp. 75–80.
6. Irwin C.F. The Strengthening of Concrete Beams by Bonded Steel Plates, Supplementary Report 160, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK. - pp.5-9.

7. Raithby, R.D., "External Strengthening of Concrete Bridges with Bonded Steel plates" TRRL Supplementary Report 612 (Department of the Environment and department of Transport, Growthorne, Berkshire, UK, 1980).
8. І.О.Валовой. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд. Кривий Ріг: Мінерал.2003,-5-6ст.
9. ДБН В.2.6-160:2010. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення.